

## 公開特許公報

昭53—149107

⑪Int. Cl.<sup>2</sup>  
C 21 D 1/06  
C 21 D 1/40

識別記号

⑫日本分類  
10 A 746  
10 A 715.2

庁内整理番号  
7217—4K  
7217—4K

⑬公開 昭和53年(1978)12月26日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

## ⑭非鉄金属加工物の熱処理方法

⑮特 願 昭53—64447

⑯出 願 昭53(1978)5月31日

優先権主張 ⑰1977年5月31日⑱アメリカ国  
(US)⑲801666

⑳発 明 者 シドニイ・サミュエル・チャー  
スチヤン  
アメリカ合衆国ペンシルヴァニ  
ア19056レヴィットタウン・フ  
レイムヒル・ロード7

同 エドワード・ステフエン・タイ

ス

アメリカ合衆国ニュージャージ  
イ08619マーサーヴィレー・サ  
ンドルウッド・アヴェニュー21  
2

㉑出 願 人 ウエスタン・エレクトリック  
・カムパニー・インコーポレー  
テッド  
アメリカ合衆国ニューヨーク・  
ニューヨーク10038ブロードウ  
エー222

㉒代 理 人 弁理士 岡部正夫 外3名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

非鉄金属加工物の熱処理方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 加工物の選択部分にパルス・レーザ・ビームを照射して、少なくとも部分的にその選択部分を焼なますことを特徴とする非鉄金属加工物の熱処理方法。

2. 特許請求の範囲第1項の方法において、その加工物を初めにはスプリング硬さ又はエクストラ・スプリング硬さに焼戻しそしてその照射によつて選択部分のその焼戻し状態が硬い焼なまし状態と完全な焼なまし状態との間に低減される前記熱処理方法。

3. 特許請求の範囲第1項又は第2項の方法において、その照射が唯一種のパルス・レーザ・ビームからなる前記熱処理方法。

4. 特許請求の範囲第3項の方法において、そのパルスが少なくとも5ミリ秒の持続時

間のものである前記熱処理方法。

5. 特許請求の範囲第3項又は第4項の方法において、そのレーザ・ビームを少なくとも1度はそのレーザの熱安定性を得るために照射前にパルス発振する前記熱処理方法。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は非鉄金属加工物の熱処理方法、さらに詳しくはレーザ・ビームを照射することによるその方法に関するものである。

非鉄金属部材においてはその場所に応じて物理的に違つた性質の備えることがよく必要である。リン青銅コネクタ又はベリリウム銅コネクタのコンタクト・バネは例えばバネ硬度又は超バネ硬度がなければならず、これによつてその基本的機能即ち良好な電氣的接続の形成と維持がなされる。しかし、このようなバネ部材をしばしば脆い基板上の回路に例えば熱圧接によつて接合しなければならない。この熱圧接が生じうるためには、回路に接合されるべきバネ部材の接合部の金属は比較的

軟質でなければならずこれによつてのみその接合がその脆い基板に亀裂を生じさせることなくなされうるからである。しかし、バネ部材中に完全焼なましの部分をもつことは有利ではない。取扱い中に歪む傾向があるからである。

現在は、二金属のコネクタ・コンタクト・バネを用いており、これにより良好な電氣的接続と良好な熱圧接性のために必要な異種の物理的性質が与えられている。したがつて、複合金属の圧延操作によつてベリリウム銅合金と銅のバネ部材が与えられるということもある。このベリリウム銅合金部材はこのバネ部材が適切に働くために必要な程度に硬く、そしてこの銅部材はバネ部材と回路との熱圧接を可能にする程度に十分に軟かいというわけである。このような複合バネ部材は有効であり必要な性質が与えられるけれども、製造は大変に高価になる。

連続波レーザを金属加工物の熱軟化に用い

ることは知られている。この連続波レーザの熱軟化法においては、しかしながら比較的低いエネルギーを比較的長時間にわたつてその加工物に連続的に加える必要がある。したがつて連続波レーザによる処理中における加工物内の横方向の熱伝導によつて加工物の選択部分のみについての制御された局部加熱が不可能になる。

金属加工物の選択表面領域を衝撃焼入れすることも知られているが、これは鉄が加工物であることが多くパルス・レーザを用いるものである。パルス・レーザによるこのような局部衝撃加熱においてはその選択表面領域に典型的には表面被覆又は上層を通して非常に高い密度のエネルギーを加える必要がある。

本発明は加工物の選択部分にパルス・レーザ・ビームを照射して少なくとも部分的にその選択部分を焼なますことが含まれている非鉄金属加工物の熱処理方法を提供するものである。

加工物を初めにバネ硬度又は超バネ硬度に焼戻し得、そして照射によつてその選択部分の焼戻し状態が硬い焼なまし状態と完全な焼なまし状態との間に減ぜられるものであり得る。

この照射線は唯一つのみのパルスのレーザ・ビームからなり得、そしてこれは少なくとも5ミリ秒の持続時間のものであり得る。

このレーザ・ビームは少なくとも1度レーザ中の熱安定性を得るために照射前にパルス発振できる。

本発明の具体例を実施例によつて添附の図面を参照しながら以下に説明する。

図面の第1図は装置の部分的な説明上の斜視図であり、これは非鉄金属加工物の選択部分をこの発明の原理に従う適度のテンパー状態に焼なますに際して使用される。

第2図は本発明の原理に従つて焼なまされた典型的なサンプル加工物に関する引張り強度及びテンパー度対レーザ・エネルギー及びホ

ット・スポット温度のグラフである。

第3図は第2図のサンプルに関する硬度対加工物の位置のグラフである。

図面について説明すると、バネ部材11、これは適当な非鉄金属材料、例えばリン青銅又はベリリウム銅から構成され得るが、これをその長さの大部分12についてかなりの程度に例えばバネ・テンパー又は超バネ・テンパーに焼入れするのが望ましい。このような硬度はバネがその意図する機能、即ち良好な電氣的接続の形成と維持をなし遂げるために必要である。バネ部材11が脆性の基板の回路に熱圧接される小さい限局された選択部分13についてもこのバネ部材11が軟化されることが望ましい。

パルス・レーザ14例えばパルスNd:YAGレーザをこのバネ部材11の選択部分13の照射に用い、これにより選択部分13を焼なましにより軟化する。このパルス・レーザ14は管理エネルギー・レベル例えば8〜16ジウ

ールJ、管理スポット径、例えば直径0.7ミリ(mm)で管理持続時間例えば10又は20ミリ秒(ms)にわたってレーザ・ビームを供給することができる。このレーザ・ビーム

15 15はバネ部材11の選択部分13にレンズ16を用いて焦点がけられる。

この焼なまし操作はその選択部分13に管理されたテンパー度を与えると同時に、このバネ部材11の選択部分13にのみ作用するように十分に限局されることが望ましい。パルス・レーザ14の使用によつて焼なまし操作が望ましく位置決めされ管理された方法で実施されることが可能になる。スプリング部材11の選択部分13のテンパー度の管理は

15 レーザ・ビーム15のパラメータを適当な方法で調整することによつてなされる。レーザ・ビーム15のようなパラメータは例えばビーム15の強度又はパルス持続時間であり、或はこのような両ファクターの組合わせとすることができる。代りに、パラメータは例え

20

13は幅が0.7 mm、長さが2.54 mmでありそしてそのバネ部材11は厚みが0.2 mmである。

レイセオン・モデルSS-480パルス、ライン駆動Nd:YAGレーザ14を用いて波長1.06  $\mu\text{m}$ で操作した。バネ部材サンプルの照射に際し、5つの持続時間10 msのパルスを4パルス/秒の比率で発射した。最初の4つのパルスを各サンプルから屈折させ、そしてレーザの熱安定を達成させるためのみに使用した。最後のパルスがサンプルに照射された。初期ピークによつてしばしば孔あけ作業及び溶接作業が増進されるけれども、より均一な温度上昇が好まれるので、熱処理で初期ピークを用いることは望ましいとは考えられない。

サンプルはレーザ実験のために特別に作りはしなかつたけれども、各サンプルの表面に、バネ部材11の標準的な製造法が原因で存在するものを越える「新種」不純物の導入を最

20

ば選択部分13を照射する複数のパルス・ビーム15で構成することもできる。単一パルスの焼なまし操作、これは比較的長いパルス持続時間例えば少なくとも5 msを含んでいて、しかしながら大抵の用途に妥当と思われる。

パルス・レーザ、例えばレーザ14を非鉄金属部材の選択部分例えばバネ部材11の選択部分13の管理テンパー度の使用に関して調べるために、多数の試験が行われた。このような試験について次の実施例で説明する。

実施例

試験に用いるバネ部材11をCDA-510リン青銅、エクストラ・バネ・テンパー、ストリツプ素材を用いて打抜いた。CDA-510リン青銅の公称組成は94.8パーセントの銅、5.0パーセントのすず及び0.2パーセントのリンである。サンプルの各バネ部材11は基板の回路にバネ部材11を熱圧接するのに用いる選択部分13を有しておりこの選択部分

少にするべく注意がなされた、有効なレーザ・スポット直径はサンプル幅をおおいきるため0.7 mmに維持された。全サンプルをこの条件下で照射した。

4個のサンプルを数種のエネルギ・レベルで一定の10 msパルスを用いて照射した。その最大強度は溶融の観察される16 J以上まで出力エネルギ・レベルを増加させて決められた。その他のサンプルは16 Jから下つて研究された8 Jの最小レベルまでの適切に間隔を置いたエネルギを加えて作られた。

各サンプルは又異なつたパルスのライン駆動のNd:YAGレーザが20 msの持続時間のパルスを出すように特に調整して照射された。溶融はこのレーザにおいても同様に約16 Jで生じた。

得られたテンパー度は引張り強度を測定してASTM B103に従つて決定された。その結果は図面の第2図に要約されている。引張り試験はインストロン・モデルTM試験装

で行った。クロスヘッド速度は1インチ/分であつた。

ビツカースDPH(500g荷重)硬度を各サンプルの端部から0.2mmの線に沿つて2mm毎に測定した。材料が薄いためにそしてその上のサンプル評価については取付けが妨げられたので、硬度値、これは図面の第3図に示されているが、これは相対値である。このような相対値は熱影響ゾーンの伸びを明瞭に示している。

照射側と反対側に関する照射ゾーンを横切る硬度が典型サンプルについて第3図に示されている。照射(前)側では熱影響ゾーンは有効スポット径0.7mmの幅が単に1.4mmであることに注意せよ。

メタログラフィツク分析を同じサンプルについて行なつたが、その硬度を第3図に示す。熱影響ゾーンは焼なましに通常伴なり再結晶効果又は粒子成長効果を示さなかつた。これは予期せぬ結果であり、現時点では完全には

$t$  = パルス持続時間

この式は17J及び10msの実験結果によつて支持されそして溶融は式の予測と同様に観察された。低い入射光束に対する予測温度は測定することはできなかつたけれども融点の検証を斟酌して相当に正確であると考えられる。

種々のレーザ・エネルギー・レベルと10msのパルス持続時間に対する式(1)からの温度は第2図に示されている。焼なましは非常に短時間に比較的低温で起りそしてCDA-510リン青銅材料は約10msで完全に焼なまされうことは第2図を見ることから明らかである。

この実施例は、バネ部材11の比較的に限局された選択部分13(第3図)の温度が適当なパラメータ例えばパルス・レーザの強度及び/又はパルス持続時間の調整によつて比較的正確に制御できることを明瞭に説明するために考慮したものである。例えば8J

特開昭53-149107(4)

理解されていない。軟化の機構は初期のバネ部材11が形成された圧延操作の間に作られた歪の回復に原因があると思われる。

ティー・ピー・リン(T. P. Lin)はIBMジャーナルの1967年9月号の「薄膜の電子ビーム加熱における温度上昇の推算」中に示されるように、限定された厚みのスラブを加熱する強度によつてガウス分布のビームについての解決策が得られた。リンはスポットの中心温度を次のようにした。

$$V(0, t) = H_0 \cdot a^2 / 4KL \ln(1 + 4mt/a^2) \quad (1)$$

上式において、

$V(0, t)$	=	温度上昇
$H_0$	=	ピーク光束
$a$	=	スポット半径
$K$	=	熱伝導度
$L$	=	スラブ厚み
$m$	=	熱拡散率

~16Jにレーザのエネルギー出力を調整することによつて、選択部分13は軟いのから元々の超バネ・テンパー度までのいずれかのテンパー度に焼なますことができる。

この実施例の熱影響ゾーンは全く狭く即ち1.4mmである。勿論、大面積を普通のスポット・シェーピング法により及び/又はパルスのオーバーラップによつて焼なますこともできる。

説明した方法、装置及び実施例はこの発明の好ましい具体例の単なる説明のためのものであることは了解されるべきである。勿論、多くの変形をこの発明の原理に基づいて作ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の装置の部分的な説明上の斜視図であり、これは非鉄金属加工物の選択部分をこの発明の原理に従う適當のテンパー状態に焼なますに際して使用される。

第2図は本発明の原理に従つて焼なまされ

た典型的なサンプル加工物に関する引張り強度及びテンパー度対レーザ・エネルギー及びホット・スポット温度のグラフである。

第3図は第2図のサンプルに関する硬度対加工物の位置のグラフである。

〔主要部分の符号の説明〕

- 11…バネ部材、 13…選択部分、  
14…パルス・レーザ、  
15…レーザ・ビーム、  
16…レンズ。

出願人：ウエスタン エレクトリック  
カンパニー インコーポレーテッド

代理人： 岡 部 正 夫  
安 井 幸 一  
栗 林 貢  
倉 持 裕

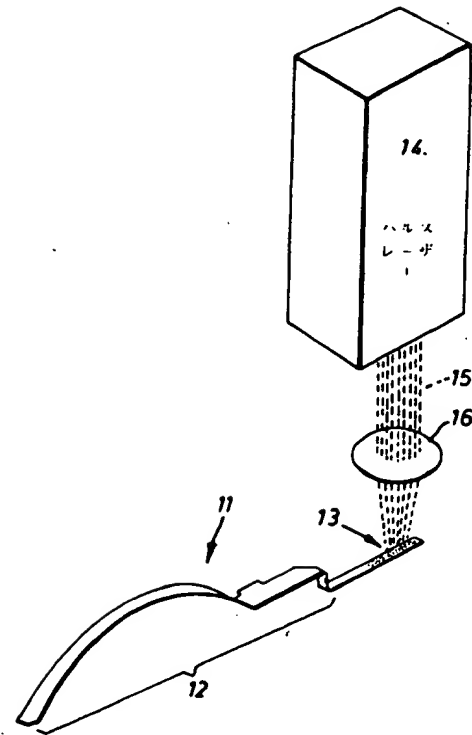


FIG. 1

